

ND-US040291

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :  
Yoshito OKU et al. : Patent Art Unit: to be assigned  
Serial No.: 10/708,758 : Examiner : to be assigned  
Filed: March 24, 2004 :  
For: HYDRODYNAMIC BEARING, SPINDLE :  
MOTOR USING THE SAME AND DISC :  
DRIVE APPARATUS PROVIDED WITH :  
SPINDLE MOTOR :


CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants file herewith a certified copy of Japanese Application No. 2003-079928, filed March 24, 2003 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748. Applicants hereby claim priority under 35 U.S.C. §119 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748.

Respectfully submitted,

  
Steven Roberts  
Attorney of Record  
Reg. No. 39,346

SHINJYU GLOBAL IP COUNSELORS, LLP  
1233 Twentieth Street, NW, Suite 700  
Washington, DC 20036  
(202)-293-0444

Dated: March 25, 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 4 日  
Date of Application:

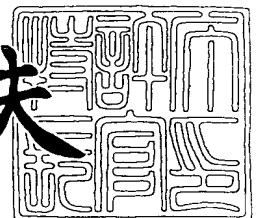
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 7 9 9 2 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 7 9 9 2 8 ]

出      願      人                      日 本 電 産 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    3 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 300118

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 17/10  
H02K 7/08  
G11B 19/20

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県愛知郡愛知川町中宿 2 4 8 日本電産株式会社滋  
賀技術開発センター内

【氏名】 奥 義人

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県愛知郡愛知川町中宿 2 4 8 日本電産株式会社滋  
賀技術開発センター内

【氏名】 松本 祐介

【特許出願人】

【識別番号】 000232302

【氏名又は名称】 日本電産株式会社

【代表者】 永守 重信

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057495

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 動圧軸受及びこれを用いたスピンドルモータ並びにこのスピンドルモータを備えたディスク駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 微小間隙に保持されたオイルを作動流体としてロータのアキシャル方向及び／又はラジアル方向の荷重を支持する動圧軸受部と該動圧軸受部の微小間隙に連続して形成されるテーパシール部とを有する動圧軸受において、

前記テーパシール部は、前記ロータの回転軸芯に対して半径方向内方側から外方側に向かって傾斜する第 1 のテーパ状間隙部と該第 1 のテーパ状間隙部よりも該回転軸芯に対して小な傾斜角で傾斜する第 2 のテーパ状間隙部とを有しており、少なくとも静止状態において、該第 2 のテーパ状間隙部において前記オイルは界面を形成して保持されていることを特徴とする動圧軸受。

【請求項 2】 シャフトと、該シャフトに対して一体的に設けられた環状の軸受部材と、該シャフト及び軸受部材との間に前記オイルが保持される微小間隙を介して対向するスリーブとを有し、

前記動圧軸受部は、前記軸受部材に形成された軸受面と、該軸受面と対向する前記スリーブの受け面と、前記ロータの回転時に前記オイルに動圧を誘起する動圧発生用溝が設けられることによって構成され、

前記軸受部材は、前記軸受面から遠離るにつれて外径が縮径する第 1 の傾斜面と、該第 1 の傾斜面に連続し、且つ該第 1 の傾斜面よりも前記回転軸芯に対する傾斜角が小である第 2 の傾斜面とが形成された外周部を有しており、

前記スリーブには、内径が半径方向内方側から外方側に向かって拡大する傾斜面状の内周面と、該傾斜状の内周面に連続し、且つ前記回転軸芯と略平行に延伸する略垂壁状の内周面とを有する環状部材が前記軸受部材の外周部に対向して装着されており、

前記環状部材の傾斜状の内周面と前記軸受部材の第 1 の傾斜面との間に、前記第 1 のテーパ状間隙部が形成されると共に、前記軸受部材の第 2 の傾斜面と前記環状部材の略垂壁状の内周面との間前記第 2 のテーパ状間隙部が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の動圧軸受。

【請求項 3】 前記軸受部材は、前記シャフトに対して軸線方向に離間して一対配設され、また前記環状部材も該一対の軸受部材に対応して前記スリーブに一対装着されていることを特徴とする請求項 2 に記載の動圧軸受。

【請求項 4】 ステータを保持するブラケットと、該ブラケットに対して相対回転するロータと、該ロータに固着され該ステータと協働して回転磁界を発生するロータマグネットとを備えたスピンドルモータにおいて、

前記ロータの回転を、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載した動圧軸受によって支持することを特徴とするスピンドルモータ。

【請求項 5】 ディスク状記録媒体を回転駆動してデータの書き込み又は読み込みを行うディスク駆動装置において、

前記ディスク状記録媒体を請求項 4 に記載したスピンドルモータによって回転駆動することを特徴とするディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、動圧軸受及びこれを用いたスピンドルモータ並びにこのスピンドルモータを備えたディスク駆動装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

【特許文献 1】 特開平 8 - 1 0 5 4 4 6 号公報

【特許文献 2】 米国特許出願公開 2 0 0 3 / 0 0 3 0 2 2 2 号

ハードディスク・ドライブ等のディスク駆動装置に用いられるスピンドルモータのロータを回転自在に軸支持するための軸受手段として、静粛且つ低振動で安定した回転を得ることが可能な動圧軸受の採用が開始されている。

【 0 0 0 3 】

このような動圧軸受は、例えば図 4 においてその一部の概略構成を部分拡大断面図として示すとおり、固定シャフト a にスラストプレート b 配置し、このスラストプレート b の軸線方向下部側に位置する固定シャフト a の外周面と、これと半径方向に対向するロータ c の内周面との間に作動流体であるオイル d を保持し

、ロータ c の回転時にオイル d を所定の方向に移動させることでロータ c にかかるラジアル方向の負荷を支持するための支持圧を発生するラジアル動圧発生用溝 r 1 を形成してラジアル軸受部 r を構成し、またスラストプレート b の軸線方向内側面と、これと軸線方向に対向するロータ c の軸線方向面との間並びにスラストプレート b の軸線方向外側面と、これと軸線方向に対向するロータ c に取付けられたスラストブッシュと e の間にオイルを保持し、ロータ c の回転時にオイル d を所定の方向に移動させることでロータ c にかかるスラスト方向の負荷を支持するための支持圧を発生するスラスト動圧発生用溝 s 1 を形成して一对のスラスト軸受部 s , s を構成したものが知られている。このようなオイル d を作動流体とする動圧軸受の場合、軸受部の端部にはテーパ状のシール間隙が形成され、このテーパ状のシール間隙内でオイルと空気との界面が形成され保持されている（図 4 におけるテーパシール f 参照）。

#### 【 0 0 0 4 】

動圧軸受におけるテーパシール部は、シール部内に形成される間隙の隙間寸法を軸受部から離間するにつれて漸次拡大させることで、オイル界面の形成位置によって毛細管力に格差を生じさせ、軸受部で保持するオイル量が減少した場合には、テーパシール部からオイルを供給し、また温度上昇等によって、軸受部内で保持されるオイルの体積が増加した場合には、その増加分を収容する機能を有している。また図 4 に図示されるテーパシール f では、シャフト a とスラストブッシュ e との間を通じて軸受外部と連通する空気とオイル d との気液界面 m が半径方向内方を向くメニスカス状に形成されており、ロータ c の高速回転時には遠心力がこの気液界面 m を半径方向外方側、すなわちスラスト軸受部 s 側に押圧するよう作用するのでオイルの漏れをより効果的に防止することができるというメリットを有する。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このようなスピンドルモータを使用する中で、ロータ c には様々な原因によって外部的な振動や衝撃力（以下、「外部加振力」と記載する）が印加されることとなるが、ロータ c の回転時にこのような外部加振力が印加された場合には、ス

ラスト軸受部 s, s 及びラジアル軸受部 r で発生する動圧と、オイル d の粘性によるダンピング効果によって、ロータ c に振れや姿勢の乱れが生じる可能性は低い。しかしながら、モータの停止時（静止時）には動圧が発生していないので、オイル d の粘性のみでしか外部加振力に対抗することができない。

#### 【 0 0 0 6 】

図 4 に図示される構成の場合、モータの停止時に外部加振力が印加されると、ロータ c が矢印 A で示すように軸線方向上下に振れることとなる。このような場合、スラスト軸受部 s, s とテーパシール f にはそれぞれ軸線方向の隙間が形成されているので、スラスト軸受部 s, s とテーパシール f の双方ともに外部加振力の印加に起因するロータ c の振れによって隙間の軸線方向寸法が変化することとなるが、気液界面 m もこのような隙間の変化にともなって、矢印 B で示すように半径方向に揺動する。

#### 【 0 0 0 7 】

このとき、ロータ c が矢印 A で示す軸線方向下方側に振れた場合、スラストプレート b とスラストブッシュ e との間に形成されるスラスト軸受部 s 部分の隙間のみならずテーパシール f においてもシール隙間の軸線方向寸法が狭まるので、気液界面 m は図 4 で示すメニスカス状とは逆方向に、すなわち半径方向内方側に膨出した状態となるが、ロータ c に印加された外部加振力がオイル d の表面張力を超えると気液界面 m の破壊が起こり、オイル d が軸受外部に飛散してしまう。

#### 【 0 0 0 8 】

気液界面 m の破壊によって軸受外部に飛散したオイル d は、ロータ c の回転にともなってスピンドルモータの内外を汚染することとなるが、飛散したオイル d がロータ c に搭載されるハードディスク等の記録ディスクの記録面や記録ディスクに対してデータの読み書きを行うヘッドに付着すると、データの読み書きが困難になりデータのリード・ライトエラーが発生する原因となり、ディスク駆動装置の信頼性を損なうこととなる。

#### 【 0 0 0 9 】

またオイル d が軸受の外部に飛散することによって、軸受部では、オイル d の保持量が不十分となって軸受剛性が低下して回転の支持が不安定となるばかりで

なく、スラストプレート b やシャフト a とロータ c の接触摺動が発生し焼き付きが生じる懸念もある。

#### 【0010】

尚、テーパシールを回転軸芯に対して直交する方向ではなく、回転軸芯に対して傾斜状としたテーパシールの構成も従来知られていたが（例えば、特許文献 2 参照）、このようなテーパシールの構成では、シールとしての容積の拡大を達成することはできるものの、依然としてテーパシール部がロータの軸線方向の振れによる間隙寸法の変化の影響を受けることとなるので、上記したような静止時の外部加振力に対する耐性は不足している。

#### 【0011】

本発明の目的は、高速回転時においてもシール強度を高く維持し、テーパシール部内の容積を増大させ、十分な量のオイルを保持することが可能であると共に、静止時の外部加振力の印加に対する耐性を強化することが可能な動圧軸受を提供することである。

#### 【0012】

本発明の他の目的は、高速回転への対応が可能であると共に、停止時の外部加振力の印加によるオイルの飛散を防止することが可能なスピンドルモータを提供することである。

#### 【0013】

本発明の別の目的は、データの高容量化への対応が可能であると共に、信頼性並びに耐久性に優れたディスク駆動装置を提供することである。

#### 【0014】

上記課題を解決するために本発明の動圧軸受は、微小間隙に保持されたオイルを作動流体としてロータのアキシャル方向及び／又はラジアル方向の荷重を支持する動圧軸受部と該動圧軸受部の微小間隙に連続して形成されるテーパシール部とを有する動圧軸受において、前記テーパシール部は、前記ロータの回転軸芯に対して半径方向内方側から外方側に向かって傾斜する第 1 のテーパ状間隙部と該第 1 のテーパ状間隙部よりも該回転軸芯に対して小な傾斜角で傾斜する第 2 のテーパ状間隙部とを有しており、少なくとも静止状態において、該第 2 のテーパ状



間隙部において前記オイルは界面を形成して保持されていることを特徴とする（請求項1）。

#### 【0015】

オイルを作動流体として利用する動圧軸受において、テーパシール部を回転軸芯に対して傾斜した形状とすることで、回転軸線と平行又は直交する方向にテーパシール部を構成する場合に比べて、テーパシール部内の容積が増大する。また、テーパシール部を形成するテーパ状の間隙を第1のテーパ状間隙部とこの第1のテーパ状間隙部よりも回転軸芯に対する傾斜角の小さい、換言すると第1のテーパ状間隙部よりも回転軸芯に対して立った状態の第2のテーパ状間隙部の2つの間隙部によって形成し、少なくとも静止状態においては第2のテーパ状間隙部においてオイルが界面を形成して保持されるよう構成することで、ロータの高速回転時には第1のテーパ状間隙内に位置するオイルが遠心力で引っ張られることでオイルの界面もテーパシール部の奥側に引き込まれるのでシール強度（高速回転やこれに伴う遠心力に対する耐性）が強化されるばかりでなく、静止時にロータに外部加振力が印加されて動圧軸受部に形成される微小間隙の間隙寸法に変化が生じた場合も、オイルの界面が位置する第2のテーパ状間隙がより回転軸芯と平行に近い方向に形成されることとなるのでその影響を受けにくくなり、より外部加振力に対するテーパシール部の耐性を強化することが可能になる。

#### 【0016】

このようにテーパシール部の容積の拡大と外部加振力に対する耐性の強化が同時に達成されることで、高速回転時においてもオイルの飛散を防止することができるようになるだけでなく、静止時のオイルの飛散も防止されて軸受としての適用範囲が拡大すると共に、軸受部でのオイル保持量の不足が防止されるので、耐久性並びに信頼性を向上することが可能となる。

#### 【0017】

また、本発明の請求項2は、請求項1に記載の動圧軸受において、シャフトと、該シャフトに対して一体的に設けられた環状の軸受部材と、該シャフト及び軸受部材との間に前記オイルが保持される微小間隙を介して対向するスリーブとを有し、前記動圧軸受部は、前記軸受部材に形成された軸受面と、該軸受面と対向

する前記スリーブの受け面と、前記ロータの回転時に前記オイルに動圧を誘起する動圧発生用溝が設けられることによって構成され、前記軸受部材は、前記軸受面から遠離るにつれて外径が縮径する第1の傾斜面と、該第1の傾斜面に連続し、且つ該第1の傾斜面よりも前記回転軸芯に対する傾斜角が小である第2の傾斜面とが形成された外周部を有しており、前記スリーブには、内径が半径方向内方側から外方側に向かって拡大する傾斜面状の内周面と、該傾斜状の内周面に連続し、且つ前記回転軸芯と略平行に延伸する略垂壁状の内周面とを有する環状部材が前記軸受部材の外周部に対向して装着されており、前記環状部材の傾斜状の内周面と前記軸受部材の第1の傾斜面との間に、前記第1のテーパ状間隙部が形成されると共に、前記軸受部材の第2の傾斜面と前記環状部材の略垂壁状の内周面との間前記第2のテーパ状間隙部が形成されていることを特徴とする。

【0018】

更に、本発明の請求項3は、請求項2に記載の動圧軸受において、前記軸受部材は、前記シャフトに対して軸線方向に離間して一対配設され、また前記環状部材も該一対の軸受部材に対応して前記スリーブに一対装着されていることを特徴とする。

【0019】

また、本発明の請求項4は、ステータを保持するブラケットと、該ブラケットに対して相対回転するロータと、該ロータに固着され該ステータと協働して回転磁界を発生するロータマグネットとを備えたスピンドルモータにおいて、前記ロータの回転を、請求項1乃至3のいずれかに記載した動圧軸受によって支持することを特徴とする。

【0020】

更に、本発明の請求項5は、ディスク状記録媒体を回転駆動してデータの書き込み又は読み込みを行うディスク駆動装置において、前記ディスク状記録媒体を請求項4に記載したスピンドルモータによって回転駆動することを特徴とする。

【0021】

ところで、請求項1以外の請求項に記載する発明は、本発明の実施形態に即した構成に関するものであり、重複した記載を避けるために各請求項に係る発明の

構成による作用効果並びにその原理に関しては下記発明の実施の形態及び発明の効果において詳述する。

### 【0022】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる動圧軸受及びこの動圧軸受を用いたスピンドルモータ並びにこのスピンドルモータを備えたディスク駆動装置の実施形態について、図1乃至図3を参照して説明するが、本発明は以下に示す各実施例に限定されるものではない。

### 【0023】

図1に図示するスピンドルモータは、ブラケット2と、このブラケット2の中央開口2a内に一方の端部が外嵌固定されるシャフト4と、このシャフト4に対して相対的に回転自在なロータ6とを備える。ロータ6は、外周部にハードディスク等の記録ディスク（図3においてディスク板53として図示）が載置されるロータハブ6aと、ロータハブ6aの内周側に位置し、オイル8が保持される微小間隙を介してシャフト4に支持されるスリーブ6bとを備えている。ロータハブ6aの内周部には接着等の手段によってロータマグネット10が固着されており、このロータマグネット10と半径方向に対向してブラケット2にステータ12が装着されている。

### 【0024】

スリーブ6bの略中央部には内周面がシャフト4の外周面との間にオイル8が保持される微小間隙を形成するようスリーブ6bを軸線方向に貫通する貫通孔6cが形成され、シャフト4の上部及び下部には、半径方向外方に突出する円盤状の上部スラストプレート14及び下部スラストプレート16がそれぞれ取付けられている。

### 【0025】

貫通孔6cの上部スラストプレート14及び下部スラストプレート16に対応する部位には、上部及び下部スラストプレート14、16の外径よりも大径な上部段部6d及び下部段部6eが形成されている。この上部段部6d及び下部段部6eの開放側端部は、上部シールキャップ18及び下部シールキャップ20によ

って閉塞されている。

【0026】

貫通孔 6 c 内周部から上部段部 6 d の内周面に至る平面部と、上部スラストプレート 1 4 の下面（軸線方向内側面）との間には、オイル 8 が保持される微小間隙が形成されており、上部ス段部 6 d の平面部には、ロータ 6 の回転に伴いオイル 8 中に動圧を発生するための動圧発生用溝 2 2 が形成され上部スラスト軸受部 2 4 が構成されている。

【0027】

また、貫通孔 6 c 内周部から下部段部 6 e の内周面に至る平面部と、下部スラストプレート 1 6 の上面（軸線方向内側面）との間には、オイル 8 が保持される微小間隙が形成されており、下部段部 6 e の平面部には、ロータ 6 の回転に伴いオイル 8 中に動圧を発生するための動圧発生用溝 2 2 が形成され下部スラスト軸受部 2 6 が構成される。これらスラスト軸受部 2 4、2 6 に形成される動圧発生用溝 2 2 は、発生する動圧がそれぞれオイル 8 をシャフト 4 に向かって圧送されるよう、ポンプインタイプのスパイラル溝が用いられる。尚、動圧発生用溝は、上部及び下部スラストプレート 1 4、1 6 の軸線方向内側面にあるいは上部及び下部段部 6 d、6 e の平面部と上部及び下部スラストプレート 1 4、1 6 の軸線方向内側面の両面ともに形成することも可能である。

【0028】

このように、上部及び下部スラスト軸受部 2 4、2 6 の動圧発生用溝 2 2 をスパイラル溝とすることで、互いに逆向きの一対スパイラル溝を組み合わせ構成されるヘリングボーン溝を用いる場合に比べて、上部及び下部スラストプレート 1 4、1 6 の外径を小径化することができるため、下部スラスト軸受部 2 6 がロータマグネット 1 0 及びステータ 1 2 からなる磁気回路部に与える影響を少なくすることができ、十分な駆動トルクを得ることができる。また、スパイラル溝は、ヘリングボーン溝に比べてスピンドルモータの回転時に生じるオイル 8 の粘性抵抗が小さいため、上部及び下部スラスト軸受部 2 4、2 6 における損失を小さくし、スピンドルモータの電氣的効率を高めることができる。その結果、スピンドルモータの消費電力を抑制することができる。

## 【0029】

上部スラストプレート 14 の外周面には、図 2 に部分的に拡大して図示するように、軸線方向内側面の外周端部から、回転軸芯に対して略平行に延伸した後、半径方向内方に向かって回転軸芯に対して傾斜した第 1 の円錐面 14 a とその軸線方向外方側に隣接して第 1 の円錐面 14 a よりも回転軸芯に対する傾斜角が小さい（回転軸芯に対してより平行に近い）傾斜角を有する第 2 の円錐面 14 b が形成されている。また、上部段部 6 d の内周面には、この内周面の一部を切り欠いて形成した小段部 6 d 1 に、内周面が上部スラストプレート 14 の第 1 の円錐面 14 a と半径方向に対向し、且つ第 1 の円錐面 14 a との間に隙間の隙間寸法が上部シールキャップ 18 側、すなわち上部スラスト軸受部 24 から離間するにしたがって漸次拡大するよう形成された第 1 のテーパ状隙間 28 a を形成する傾斜面 25 a と、その軸線方向外方側に隣接して、第 2 の円錐面 14 b と半径方向に対向し、且つ第 2 の円錐面 14 b との間に隙間の隙間寸法が上部シールキャップ 18 側、すなわち上部スラスト軸受部 24 から離間するにしたがって漸次拡大するよう形成された第 2 のテーパ状隙間 28 b を形成する回転軸芯と実質的に平行な垂壁 25 b とを有する上部リング状部材 25 が、例えば接着あるいは圧入等の手段によって固着されている。

## 【0030】

上部スラスト軸受部 24 に保持されるオイル 8 は、上部スラストプレート 14 の外周面と上部段部 6 d の内周面との間に形成された回転軸芯に対して略平行な隙間を経て第 1 の円錐面 14 a と傾斜面 25 a との間に形成された第 1 のテーパ状隙間 28 a 内に至り、そして少なくともロータ 6 の停止時（静止状態）には、第 1 のテーパ状隙間 28 a の軸線方向外方側に連続する第 2 のテーパ状隙間 28 b 内において気液界面を形成して保持されている。すなわち、第 1 のテーパ状隙間 28 a と第 2 のテーパ状隙間 28 b とが上部テーパシール部 28 として機能している。

## 【0031】

この場合、上部スラストプレート 14 の第 1 の円錐面 14 a の傾斜角は、回転軸芯に対して約 10 度乃至 90 度、好ましくは約 55 度乃至 65 度の範囲に設定

され、また上部リング状部材 2 5 の傾斜面 2 5 a の傾斜角は、回転軸芯に対して約 1 0 度乃至 7 0 度、好ましくは約 5 0 度乃至 5 5 度の範囲に設定されている。このとき、これら第 1 の円錐面 1 4 a と傾斜面 2 5 a との間に形成される第 1 のテーパ状間隙 2 8 a のテーパ角は、約 2 0 度以下、好ましくは約 1 0 度以下の範囲に設定されている。また、上部スラストプレートの第 2 の円錐面 1 4 b の傾斜角は、回転軸芯に対して約 0 度乃至 4 5 度、好ましくは約 1 0 度乃至 3 0 度設定されており、上部リング状部材 2 5 の垂壁 2 5 b は公差範囲を除けば実質上傾斜角は有していない。このとき、これら第 2 の円錐面 1 4 b と垂壁 2 5 b との間に形成される第 2 のテーパ状間隙 2 8 b のテーパ角は、約 4 5 度以下、好ましくは約 1 5 度以下の範囲に設定されている。

#### 【 0 0 3 2 】

このように上部テーパシール部 2 8 を回転軸芯に対して傾斜させることで、例えば図 4 に図示するように、回転軸芯に対して平行な方向にテーパシール部を構成する場合に比べて、オイル 8 の気液界面から上部スラスト軸受部 2 4 の端部までの距離、すなわちシール部としてオイル 8 を貯える機能を有する間隙の寸法をより大とすることができるので容積が拡大する。

#### 【 0 0 3 3 】

また、上部テーパシール部 2 8 を形成する第 1 のテーパ状間隙 2 8 b は回転軸芯に対して半径方向外方側から内方側に向かって割合に大きな傾斜角を有するよう構成されており、また第 1 のテーパ状間隙 2 8 a に連続する第 2 のテーパ状間隙 2 8 b は回転軸芯に対して僅かな傾斜角しか有していない。従って、ロータ 6 の高速回転時には第 1 のテーパ状間隙 2 8 a 内にあるオイル 8 が遠心力で上部スラスト軸受部 2 4 側に押圧され、これに伴い第 2 のテーパ状間隙 2 8 b 内に形成されるオイル 8 の気液界面も第 1 のテーパ状間隙 2 8 a 側に引き込まれるのでシール強度が強化される。

#### 【 0 0 3 4 】

更に、少なくともロータ 6 の非回転時にオイル 8 の気液界面が位置している第 2 のテーパ状間隙 2 8 b は、回転軸芯に対して僅かな傾斜角を有するよう形成されているので、上部スラスト軸受部 2 4 では軸線方向の間隙が形成されているの

に対し、第 2 のテーパ状間隙 2 8 b では半径方向の間隙が形成されることとなる。従って、外部加振力が印加されロータ 6 に軸線方向の振れが生じた場合に、上部スラスト軸受部 2 8 では間隙の隙間寸法がロータ 6 の振れに伴って変化するが、第 2 のテーパ状間隙 2 8 b の間隙寸法は殆ど変化せず、よってこのような外部加振力に起因する気液界面の破壊とこれに伴うオイル 8 の軸受外部への飛散が防止され、スピンドルモータ内外の汚染が防止されることとなる。

#### 【 0 0 3 5 】

すなわち、上部テーパシール部 2 8 を第 1 のテーパ状間隙 2 8 a と第 2 のテーパ状間隙 2 8 b の二段階のテーパ角度を有するよう形成することで、テーパシール部内の容積の増大と、シール強度の強化と、非回転時に印加される外部加振力に起因するオイルの飛散の防止というテーパシール部の有する様々な技術的課題の解決を同時に達成することが可能になる。

#### 【 0 0 3 6 】

尚、上部テーパシール部 2 8 の最小の間隙寸法は、上部スラストプレート 1 4 の外周面と上部段部 6 d の内周面との間に形成される、回転軸芯に略平行な隙間の隙間寸法よりも大となるよう設定されており、また、上部スラスト軸受部 2 4 の間隙の隙間寸法は、上部スラストプレート 1 4 の外周面と上部段部 6 d の内周面との間に形成される、回転軸芯に略平行な隙間の隙間寸法よりも小となるよう設定されている。

#### 【 0 0 3 7 】

つまり、上部スラスト軸受部 2 4 においてオイル 8 の保持量が減少した場合、毛細管力によって上部テーパシール部 2 8 内に保持されているオイル 8 が、上部スラストプレート 1 4 の外周面と上部段部 6 d の内周面との間に形成される回転軸芯に略平行な隙間の隙間を経て上部スラスト軸受部 2 4 へと供給されることとなる。

#### 【 0 0 3 8 】

逆に、上部スラスト軸受部 2 4 で保持されるオイル 8 が温度上昇等によって体積膨張した場合、オイル 8 の界面が上部テーパシール部 2 8 のうち第 2 のテーパ状間隙 2 8 b 内のより隙間寸法が拡大する方向に移動することで、この体積増加

した分のオイル 8 が上部テーパシール部 2 8 内に収容されることとなる。

#### 【 0 0 3 9 】

ところで、特に詳細は図示していないが、下部スラストプレート 1 6 の外周部においても、これと半径方向に対向する下部リング状部材 2 7 との間に上部スラストプレート 1 4 の外周部と同様の構成にて下部テーパシール部 3 0 が形成されている。

#### 【 0 0 4 0 】

上述したとおり、上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 の動圧発生用溝 2 2 をそれぞれ発生する動圧がオイル 8 を半径方向内方に向かって圧送するポンプインタイプのスパイラル溝とすることで、上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 で発生する動圧は半径方向内方に向かうにつれて高くなる圧力勾配となるため、オイル 8 の充填時等に上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 に保持されるオイル 8 中に生じた気泡は圧力の高い軸受部の半径方向内方から圧力の低い半径方向外方へと移動し、最終的にオイル 8 が保持される間隙中で最も間隙寸法が大で最も圧力の低い上部及び下部テーパシール部 2 8, 3 0 のオイル 8 の界面側へと移動し、空気中に開放される。

#### 【 0 0 4 1 】

シャフト 4 の外周面の略中央部には、貫通孔 6 c の内周面との間の間隙が拡大するよう軸線方向内側に向かって傾斜する一対の傾斜面からなる環状の凹部 4 a が形成されており、この凹部 4 a にはシャフト 4 中に形成された空気と連通する連通孔 3 6 が開口している。

#### 【 0 0 4 2 】

この連通孔 3 6 はシャフト 4 中を軸線方向に貫通する縦孔と、この縦孔から半径方向に延設された凹部 4 a に開口する第 1 開口 3 6 a と下部第 2 テーパシール部 3 0 に連続し下部シールキャップ 2 0 の内周面とシャフト 4 の外周面との間に規定される微小間隙を通じて軸受外部に連通する空間に開口する第 2 開口 3 6 b とから構成される。尚、縦孔は、シャフト 4 の加工並びに洗浄完了後にシャフト 4 の両端に開口する開口部を例えばゴム等の弾性部材からなる封止部材 3 8, 4 0 によって封止される。すなわち、上部及び下部シールキャップ 1 8, 2 0 より



も軸受の内部側の空間は、上部及び下部シールキャップ 1 8, 2 0 の内周面とシャフト 4 の外周面との間に形成される微小間隙を通じてのみ空気に連通している。

#### 【 0 0 4 3 】

この第 2 開口 3 6 b より連通孔 3 6 内に取り込まれた空気は、第 1 開口 3 6 a が開口する凹部 4 c と貫通孔 6 c の内周面との間に環状の気体介在部 4 2 を形成し、この気体介在部 4 2 によってシャフト 4 の外周面と貫通孔 6 c の内周面との間の微小間隙中に保持されたオイル 8 は、凹部 4 a の一対の傾斜面と貫通孔 6 c の内周面との間に形成されるテーパ状間隙内において、オイル 8 の界面が形成され、軸線方向上下に分割される。

#### 【 0 0 4 4 】

貫通孔 6 c の内周面のこれら上下に分割されて保持されるオイル 8 に対応する部位には、ロータ 6 の回転に伴いオイル 8 中に動圧を発生するための動圧発生用溝 4 4 が形成され上部ラジアル軸受部 4 6 及び下部ラジアル軸受部 4 8 が構成されている。これら上部及び下部ラジアル軸受部 4 6, 4 8 に形成される動圧発生用溝 4 4 は、それぞれ発生する動圧が、オイル 8 を軸線方向外側に向かって、換言すると隣接する上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 に向かって圧送するよう、軸線方向にアンバランスな形状のヘリングボーン溝が用いられる。

#### 【 0 0 4 5 】

上部及び下部ラジアル軸受部 4 6, 4 8 の動圧発生用溝 4 4 を、それぞれオイル 8 を上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 側に圧送する形状とすることで、オイル 8 の充填時等に上部及び下部ラジアル軸受部 4 6, 4 8 に保持されるオイル 8 中に生じた気泡が圧力の高い軸受部から圧力の低い気体介在部 4 2 との界面側へと移動し、気体介在部 4 2 から連通孔 3 6 を通じて軸受外部の空気中に開放される。

#### 【 0 0 4 6 】

この構成において、上部及び下部スラスト軸受部 2 4, 2 6 には形成される動圧発生手段 2 2 はスパイラル溝であり、そのみでは十分な荷重支持圧を発生できないが、隣接する上部及び下部ラジアル軸受部 4 6, 4 8 には軸線方向にアン

バランスなヘリングボーン溝が動圧発生用溝 4 4 として形成されているので、スピンドルモータの回転時に、オイル 8 はスパイラル溝及びヘリングボーン溝によってそれぞれ相互に対向する方向へと圧送されるので、両軸受部の協働によりロータ 6 にかかる負荷を支持するに必要な動圧を発生せしめて支持している。

#### 【 0 0 4 7 】

また、上部及び下部スラスト軸受部 2 4 , 2 6 とこれらに隣接する上部及び下部ラジアル軸受部 4 6 , 4 8 には連続してオイル 8 が保持されると共に、上部及び下部ラジアル軸受部 4 6 , 4 8 を分離する気体介在部 4 2 が連通孔 3 6 を通じて空気に連通していることから、上部及び下部テーパシール部 2 8 , 3 0 内に位置する上部及び下部スラスト軸受部 2 4 , 2 6 のオイル 8 の界面と凹部 4 a の一対の傾斜面と貫通孔 6 c との間に規定されるテーパ状間隙内に位置する上部及び下部ラジアル軸受部 4 6 , 4 8 のオイル 8 の界面は同じ空気圧に晒されることとなる。

#### 【 0 0 4 8 】

このため、例えば遠心力やスピンドルモータへの外的な衝撃、振動の印加等に起因して、上部及び下部テーパシール部 2 8 , 3 0 内のオイル 8 の界面あるいは凹部 4 a の一対の傾斜面と貫通孔 6 c との間に規定されるテーパ状間隙内のオイル 8 の界面の一方が軸受部から離間する方向に移動した場合、他方の界面も各界面が位置する各テーパ状間隙内をオイル 8 の界面の曲率半径が等しくなる位置まで移動することで釣り合い、シール効果を損なうことなく安定して保持される。

#### 【 0 0 4 9 】

また、上部及び下部ラジアル軸受部 4 6 , 4 8 は隣接する上部及び下部スラスト軸受部 2 4 , 2 6 とはオイル 8 が連続し、片方のオイル 8 の界面から他方のオイル 8 の界面に至るまで動圧が極大となるのは 1 点のみで極小となる点は存在しないこととなる。従って、オイル 8 中に気泡が含まれていても自動的に圧力が最小となるテーパ状の間隙内に位置する界面から軸受外部の空気中に排除する構成とすることができる。

#### 【 0 0 5 0 】

このように、各軸受部に保持されるオイル 8 中に生じた気泡は、順次低圧側へ

と移動し、各オイル 8 の界面より空気中に開放されるため、気泡が各軸受部に保持されるオイル 8 中に滞留することがない。また、気泡排出のための特別な構成を要しないので、スピンドルモータの構造を簡略化することができる。

#### 【0051】

上部及び下部シールキャップ 18, 20 の内周面とシャフト 4 の外周面との間に規定される間隙の半径方向寸法を可能な限り小さく設定することによって、スピンドルモータの回転時に上部及び下部スラストプレート 14, 16 と上部及び下部シールキャップ 18, 20 との間に規定される軸線方向の間隙とシャフト 4 の外周面と上部及び下部シールキャップ 18, 20 とによって規定される半径方向の間隙とで、ロータ 6 の回転に応じて発生する空気流の流速に差異が生じる。従って、オイル 8 が気化して生じた蒸気（オイルミスト）のスピンドルモータの外部への流出抵抗を大きくしてオイル 8 の界面近傍における蒸気圧を高く保てるので更なるオイル 8 の蒸散を防止することができる。

#### 【0052】

尚、これら各面に例えばフッ素系材料からなる撥油剤を塗布しておくこと、オイル 8 に遠心力の作用しないスピンドルモータの停止時に、オイル 8 がオイルマイグレーション現象によってスピンドルモータの外部に漏出することをより効果的に防止できる。

#### 【0053】

図 3 に、一般的なディスク駆動装置 50 の内部構成を模式図として示す。ハウジング 51 の内部は塵・埃等が極度に少ないクリーンな空間を形成しており、その内部に情報を記憶する円板状のディスク板 53 が装着されたスピンドルモータ 52 が設置されている。加えてハウジング 51 の内部には、ディスク板 53 に対して情報を読み書きするヘッド移動機構 57 が配置され、このヘッド移動機構 57 は、ディスク板 53 上の情報を読み書きするヘッド 56、このヘッドを支えるアーム 55 及びヘッド 56 及びアーム 55 をディスク板 53 上の所要の位置に移動させるアクチュエータ部 54 により構成される。

#### 【0054】

このようなディスク駆動装置 50 のスピンドルモータ 52 として図 2 において

図示されるスピンドルモータを使用することで、高速且つ高精度な回転支持が可能となり、ディスク板 5 3 の高容量化に対応することが可能となるばかりでなく、スピンドルモータ 5 2 の動圧軸受から飛散したオイルによるハウジング 5 1 内部の汚染が防止されるので、データのリード・ライトエラーの発生を可及的に防止することができ、信頼性並びに耐久性に優れたものとすることが可能になる。

#### 【 0 0 5 5 】

以上、本発明に従う動圧軸受及びこれを用いたスピンドルモータ並びにこのスピンドルモータを備えたディスク駆動装置の一実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形乃至修正が可能である。

#### 【 0 0 5 6 】

例えば、上部及び下部スラストプレート 1 4， 1 6 と上部及び下部段部 6 d， 6 e の内周面との間に形成された回転軸芯に対して略平行な隙間は、上部及び下部スラストプレート 1 4， 1 6 を加工する際等にこれを保持するため、上部及び下部スラストプレート 1 4， 1 6 の外周部に平面を形成する必要性から設けられているが、そのような必要性の無い場合には、これを設けることなく上部及び下部スラストプレート 1 4， 1 6 の軸線方向内側面の外周端部に連続して円錐面を形成することも可能である。

#### 【 0 0 5 7 】

また、上記実施の形態では、一对のラジアル軸受部 4 6， 4 8 と一对のスラスト軸受部 2 4， 2 6 を用いてロータ 6 の回転を支持する構成の動圧軸受を用いて本発明について説明したが、ロータにかかるラジアル荷重とスラスト荷重とを 1 つの動圧軸受で同時に支持するために、円錐形状の軸受部材の外周面に設けられた円錐状の軸受面によって動圧軸受部を形成し、この円錐形状の動圧軸受部の軸線方向外方側に隣接し、且つ動圧軸受部とは逆の方向に傾斜する軸受部材の円錐状の外周面とこれに対向する環状のシールキャップの内面側に設けられた軸受部材の円錐状の外周面とは異なる角度で傾斜する円錐状の傾斜面とで形成されるテーパシール部を有する動圧軸受をシャフトの上部及び下部に一对配置した構成（例えば前記特許文献 2 に開示される構成）を有するスピンドルモータに本発明の

テーパシール部 28, 30 を用いることによっても、上記実施の形態の場合と同様の作用効果を奏することが可能である。この場合、円錐状の動圧軸受部のテーパシール部側とは反対側の端部とテーパシール部とに連通する連通孔を設けておくことで、ロータの回転時に動圧軸受部とテーパシール部との間でオイルの循環が生じるので、オイル中の圧力の平衡を図ることが可能になると同時にオイル内に混入した気泡の排出を行うことが可能になる。

#### 【0058】

##### 【発明の効果】

本発明の動圧軸受によれば、テーパシール部の容積の拡大と、シール強度の強化と、外部加振力に対する耐性の強化が同時に達成されることで、高速回転時のオイルの飛散を防止することができるようになるだけでなく、静止時においてもオイルの飛散も防止されて軸受としての適用範囲が拡大すると共に、耐久性並びに信頼性を向上することが可能となる。

#### 【0059】

本発明のスピンドルモータによれば、高速且つ高精度な回転支持が可能となるばかりでなく、動圧軸受からのオイルの飛散が防止されるので、信頼性並びに耐久性に優れたものとすることが可能となる。

#### 【0060】

本発明のディスク駆動装置によれば、高い回転精度並びに耐久性及び信頼性が要求されるディスク駆動装置において好適に使用可能となる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明のスピンドルモータの概略構成を模式的に示す縦断面図である。

##### 【図2】

図1において示すスピンドルモータの上部スラストプレート付近の概略構成を模式的に示す部分拡大断面図である。

##### 【図3】

図1に示すスピンドルモータを備えたディスク駆動装置の概略構成を示す模式図である。

**【図 4】**

従来の動圧軸受のスラストプレート付近の概略構成を模式的に示す部分拡大断面図である。

**【符号の説明】**

4 シャフト

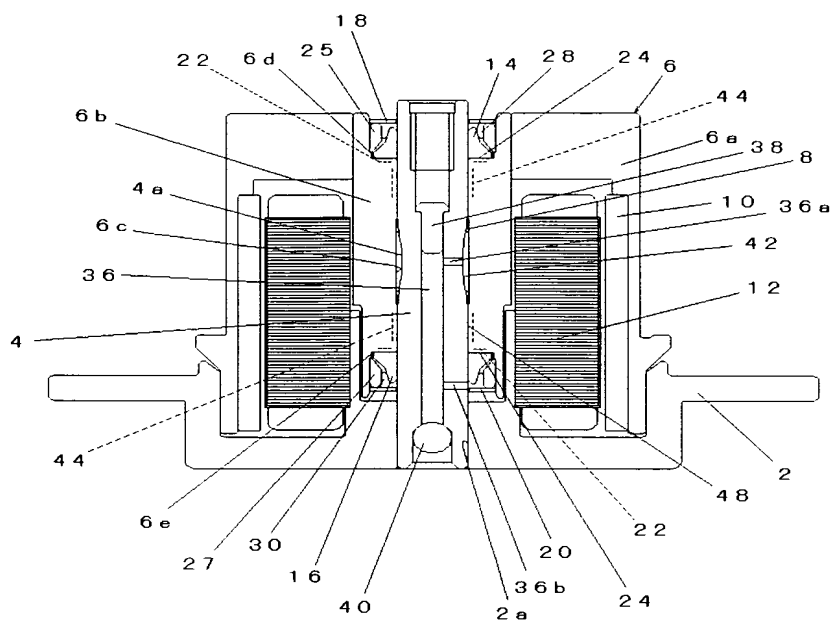
6 b スリーブ

8 オイル

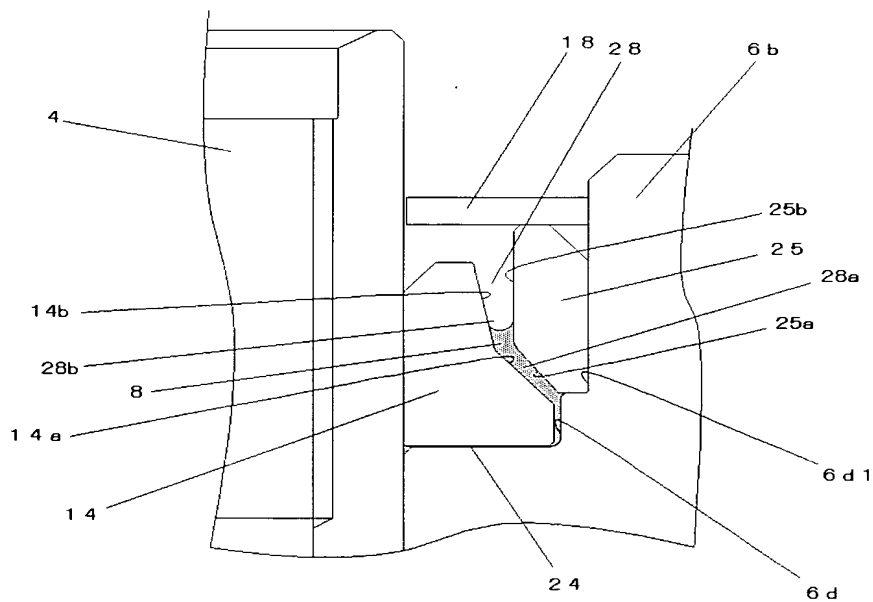
2 8, 3 0 テーパーシール部

【書類名】 図面

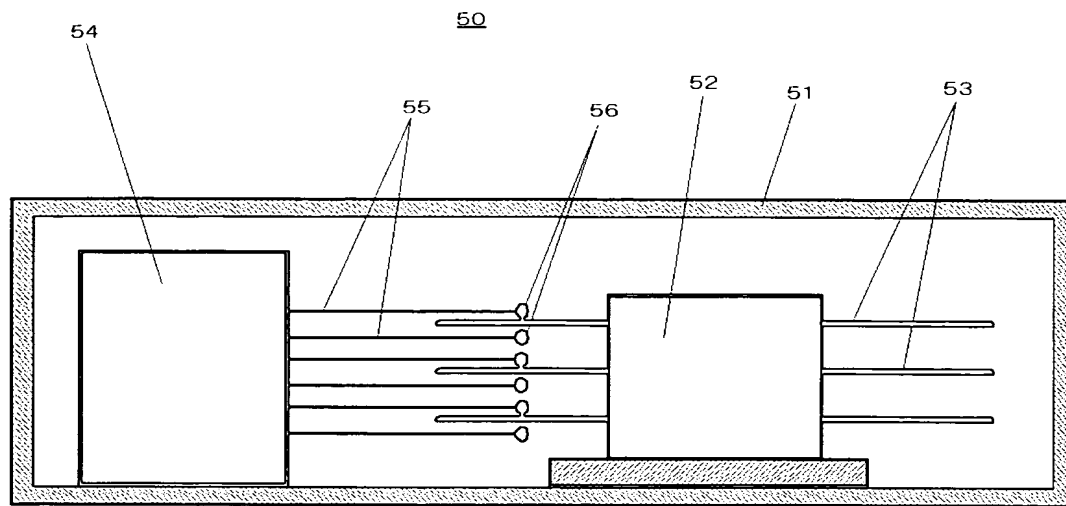
【図 1】



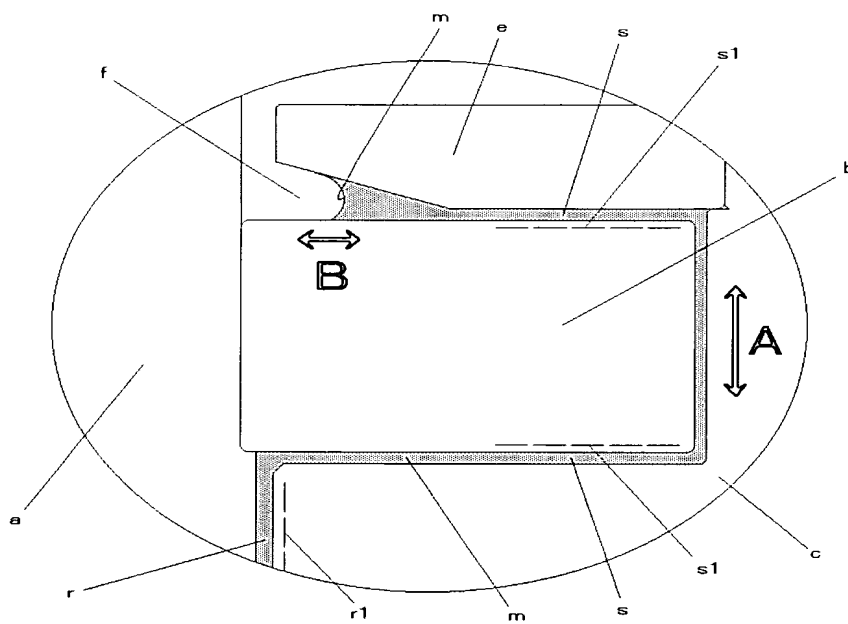
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速回転時においてもシール強度を高く維持し、テーパシール部内の容積を増大させて十分な量のオイルを保持することを可能とすると共に、静止時の外部加振力の印加に対する耐性を強化する。

【解決手段】 微小間隙に保持されたオイルを作動流体とする動圧軸受部に連続して形成されるテーパシール部が、ロータの回転軸芯に対して半径方向内方側から外方側に向かって傾斜する第 1 のテーパ状間隙部と、この第 1 のテーパ状間隙部よりも回転軸芯に対して小な傾斜角で傾斜する第 2 のテーパ状間隙部とを有する。オイルは、少なくとも静止状態においては第 2 のテーパ状間隙部において界面を形成して保持される。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 9 9 2 8
受付番号	5 0 3 0 0 4 6 9 3 8 4
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月24日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 9 9 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 3 2 3 0 2 ]

1. 変更年月日 1 9 9 3 年 1 0 月 1 5 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 京都市右京区西京極堤外町 1 0 番地  
氏 名 日本電産株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 2 日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地  
氏 名 日本電産株式会社